長野県内村地域における緑色凝灰岩類の変質鉱物について (その I)*

山 岸 い く ま**

(1965 年 1 月 12 日受理)

Alteration Minerals of Green tuffs in the Uchimura
District, Nagano Prefecture (Part 1)

Ikuma YAMAGISHI

(Abstract)

In the present district situated in the Northern Fossa Magna, occur the Miocene formations composed of much green tuffs and propylites. The writer has been studying the alteration-minerals in these rocks along the route from Kakeyu to Daimyojindake, by X-ray analysis and microscopic observation.

With respect to the alteration-minerals, the Miocene formations are divided into the following three zones:

- 1) lower zone 2) transitional zone 3) upper zone

The Takeshi formation roughly corresponds to the lower zone, the Kokuzo formation to the transitional, and the Fujisan formation to the upper zone, respectively.

Quartz and a little calcite are found throughout the formations.

Characteristic minerals of the lower zone are albite, kaolinite, chlorite and sericite, accompanied by epidote. Those of the upper zone are celadonite, montmorillonite, mordenite, clinoptilolite and heulandite, accompanied by cristobalite and opal. The transitional zone is characterized by chloritic-mica, iron-saponite, laumontite, analcite, prehnite, and vermiculite; besides, there occur albite, chlorite and kaolinite characteristic to the lower zone, and celadonite and montmorillonite characteristic to the upper. Laumontite and analcite are found only as cavity-filling minerals in the basic rocks.

The lower zone seems to correspond to the green schist facies, the upper zone being of the zeolite facies, especially the heulandite (clinoptilolite) zone of COOMBS (1960). On the other hand, the transitional zone seems to correspond to the laumontite zone of COOMBS (1960) or the 2nd zone of Коржинский (1960), although there remain some problems to be solved by future investigations.

I. ま え が き

筆者は、この数年来、北部フォッサ・マグナの、内村地域・上田市北方地域の第三紀層について、共同研究（内村団体研究グループ、1953: 歌代勤・稲葉明・林 等・山岸いくま、1958）および、個人研究（山岸いくま、1958: 1963: 1964）をすすめてきた。

これらの研究により、同地域の地層区分が明らかになったが、さらに、これらの第三紀層中に存在する、多量の緑色凝灰岩類の変質について、内村地域のものは、稲葉明 (1959) が検討し、上田市北方地域のものは、山岸いくま (1964) が検討した。内村地域のものについては、稲葉明によつて、鏡下と化学分析により詳しく検討されたが、その後、筆者は、X線分析と鏡下の観察により、変質鉱物の検討をおこなっている。

現在までに、下部の武石層^{たけし}から、上部の富士山層^{ふじさん}までの地層が、連続的に露出する代表ルート^か（鹿

* 日本地質学会第 71 年総会で講演

** 長野県上田高等学校

地質学雑誌 第 71 巻 第 836 号 1965 年 5 月

けい
教湯一大明神岳ルート)の検討を終つたが、各種の沸石がみいだされ、また、あるていど変質鉱物の傾向がうかがわれたので、ここに、中間的に報告したい。

当地域には、緑色凝灰岩だけでなく、プロピライトも多量に存在するので、これらの岩石を一括して、緑色火山性岩石とよぶことにする。

II. 地 質

鹿教湯付近においては、緑色火山性岩石を主とする、武石層・虚^{こくぞう}蔵層・富士山層が、この順で、下位から上位に重なり、黒色頁岩層よりなる本郷層が、武石層と虚蔵層のあいだに、うすくはさまれ、また、富士山層の上には、黒色頁岩を主とする、別所層および、礫岩・砂岩・頁岩からなる青木層が重なる。これらの地層の関係は、いずれも整合である。

これらの地層は、鹿教湯付近においては、内村川沿岸に露出し、鹿教湯北方から、大明神岳東方にかけては、新しくつくられた自動車道路の切割に露出している。この道路は、北方は別所温泉に通じている。

1) 武 石 層

石英安山岩質の凝灰角礫岩および、安山岩質プロピライトよりなり、両者ともいちじるしい変質を受けて、淡緑色となつている。当地域で観察できるのは、本層の上部の、層厚 200m ほどの部分である。この部分は、歌代勤他 (1958) の、一の瀬層に相当する。

凝灰角礫岩は、本ルートの南端および、鹿教湯北方 200 m 付近に分布する。径 1~2 cm の淡緑色ないし白色の角礫を含み、これを、淡緑色の基質がうめている。全般に、あまり硬くはない。この岩石には、変質玄武岩の岩脈が貫入している。これは、暗緑色の硬い岩石で、巾は、5 m 内外である。この岩脈は、虚蔵層の塩基性火山岩類の噴出と密接に関係したものと考えられる。

安山岩質プロピライトは、鹿教湯南方の、内村川沿いに、300 m ほどのあいだにわたつて分布し、緑色ないし暗緑色を呈し、均質で硬い。原岩は、安山岩ないし、玄武岩質の火山岩であるが、有色鉱物はほとんど緑泥石化し、斜長石は曹長石化している。また、この岩石には、径 5 cm ほどの、緑れん石の球が含まれ、これは、武石村に産する、いわゆる“やきもち石”と同じものである。

2) 本 郷 層

鹿教湯から北方に、内村川に沿つて、およそ 400 m ほどのあいだにわたつて分布する。層厚は、200 m 内外で、黒色頁岩ばかりからなる。ここでは、本層の上限および下限を変質玄武岩に貫かれ、きわめて硬くなつている。

この地層は、西に厚く、東に薄くなり、霊泉寺付近で、せん滅する。本層の上部には、厚さ 1m 内外の礫岩が重なる。基質は黒色の泥で、本郷層のものと同じであるが、礫は、1 cm 内外の角礫ないし亜角礫で、古生層のチャート・粘板岩のほかに、まれに、結晶片岩の亜角礫・白色の流紋岩質凝灰岩の角礫を含んでいる。また、本郷層の頁岩との境界は不規則な面を示している。

3) 虚 蔵 層

変質玄武岩を主とする地層であるが、ここでは、ガラス質安山岩および、流紋岩質の凝灰角礫岩をはさんでいる。層厚は本ルートでは、500 m ほどである。変質玄武岩は、ここでは暗緑色ないし黒色で、枕状溶岩を含んでいる(第1図の B288 付近)。杏仁孔が多く、径 2~5mm の大きさに、モンモリロナイト・セラドナイト・方解石・沸石などに満たされている。

この変質玄武岩と密接な関係で、暗緑色の玄武岩質凝灰角礫岩 (B285・B293 付近) および、粗面岩質石理を示す、暗灰色の安山岩 (B269 付近) が伴う。

変質玄武岩は、石基の鉱物は、ほとんど変化し、有色鉱物は、モンモリロナイトに変わり、斜長石

第1図 内村地域鹿教湯一大明神岳のルートマップ

は、曹長石化している。しかし、ときには、普通輝石を残していることもあり、また、本層の上部では、曹長石化をうけていないものもある。

本層にはさまれているガラス質安山岩は、暗灰色で光たくがあり、玉ずい脈・石英脈・玉ずいの大きな(2~10 cm)杏仁孔が、きわめて多く存在している。部分的に、暗緑色のガラス質安山岩を伴っているが、この緑色化した部分には、この種の脈や杏仁孔はみられない。

ガラス質安山岩の斑晶斜長石は、曹長石化はうけていないが、融食されていることがおおい。石基は、モンモリロナイト化・曹長石化をうけている。本層中の、流紋岩質凝灰岩は、淡緑色で軟らかく、せん断作用をうけ、千枚岩状になつていることがおおい。

4) 富士山層

鹿教湯北方の内村川沿岸および、この北方の大明神岳にいたる自動車道路の切割に露出し、層厚は、1,100 m ほどである。ガラス質安山岩ないし、流紋岩質の溶岩、および凝灰角礫岩からなり、これらは、虚空蔵層にはさまれるものと、よく性質が似ている。

ガラス質安山岩は、大部分が変質をうけ、青緑色となつていているが、変質をまぬがれた、黒色ないし暗灰色の部分をともなつていている。この部分には、ときに、まつ黒な松脂岩質の岩石も存在する。これらの岩石は、漸移関係で、うつりかわつていている。

変質をまぬがれた部分には、虚空蔵層にはさまれたガラス質安山岩中のものと同じ、石英・玉ずい等の脈や杏仁孔が多く含まれている。そして、緑色化をうけた部分にはみられない。

緑色化をうけた部分には、灰白色の、直線状の脈が存在している。巾は、2~3 cm のものがおおく、NS方向のものと、EW方向のものがある。鏡下では、石英と斜長石の、0.01mm ほどの破片が、微細な物質に埋められている*。

ガラス質安山岩の岩質は、硬く緻密で、斜長石の斑晶の多いことが特長である。有色鉱物の斑晶には、普通輝石が認められる。石基は、わずかに脱ガラス化し、微細な鉱物を生じている。

凝灰角礫岩は、青緑色ないし淡青色で、軟かい。下部では、虚空蔵層のものと同じ、せん断作用をうけているものがあるが、上部では認められない。上部の層厚 100m ほどの部分では、凝灰質砂岩および、細粒凝灰岩をはさみ、層理を示すようになる。

鏡下では、斑晶状の斜長石が存在し、普通輝石を伴っていることがおおい。斜長石は、ほとんど曹長石化をうけず、また、よごれてもいない。しかし、融食をうけている部分がある。石基は、繊維状の浮石構造を示し、わずかに脱ガラス化していることがおおい。

III. 変 質 鉱 物

各層にはさまれる、緑色火山性岩石の変質鉱物を、第1表に示し、これを模式化して、第4図に示した。

変質鉱物の同定は、鏡下の特長と、X線分析によつた。X線分析は、無処理のもの、定方位のもの、加熱処理をしたもの、薬品処理をしたものにつき、ディフラクトメーターにより解析をおこなつた。

これらの試料の作製は、つぎのとおりである。無処理試料は、岩石標本を、そのまま砕き、乳鉢ですりつぶしたものである。定方位試料は、岩石標本をくだき、水ひをおこない、2 μ 以下の部分をガラス板にはりつけ、自然乾燥させたものである。水ひは、岩石粉末を、60 cm の円筒にいれ、水で満

* 藤田至則氏は、1964年7月、当地を巡検されたおり(変質グループの巡検)、この脈は、面なし断層の可能性のあることを示唆された。また、この種の脈が、緑色化をうけた部分にだけ存在していることから、緑色化が、この面なし断層に沿つて、おこなわれた可能性もあるが、今後検討していきたい。

第1表 内村地域の変質鉱物

別所層	標本番号	Q	F	Cb	Chl	K	Mi	Mt	Ca	Do	L	A	M	C	H
富士山層	B 342	○						●							
	B 340		○ ⁺					○							
	B 338	◎						○							○
	B 336	○	○ ⁺				●Ce	○						●	○
	B 335	○	○ ⁺					○							
	B 334	○					●Ce	○*					●?		
	B 333	●	● ⁺	○			●Ce	●					●?		
	B 330		○ ⁺	○				○					○		
	B 329		○ ⁺	○				○	○						
	B 327	○	○ ⁺										○		
虚空蔵層	B 326	○	○ ⁺				●Ce	○					○		
	B 322	○	○ ⁺					○					○		
	B 317	○	○ ⁺					○					○		
	B 315	○	○	○				○					○		
	B 312	◎	○ ⁺				●Ce	○					○		
	B 308	◎	○ ⁺					○	○				○		
	B 304	○	○					○*	●				○		
	B 300	◎	○					○	○				○		
	B 299	○	○ ⁺					○	○				○		
	B 297'	◎						○					○		
武石層	B 297		○ ⁺				●Ce	○						●	○
	B 296		○ ⁺					○							
	B 295	○	○ ⁺					○	◎				◎ ^x		
	B 295'							○					◎ ^x		
	B 294'							◎	○				◎ ^x		
	B 294						●Ce	◎	◎						
	B 293							◎	○						
	B 292	◎	●			○	●Ce	◎*	○				○		
	B 291	○	● ⁺					○						●	○
	B 290	○	○					○							○
武石層	B 289	●	◎					○							
	B 288		◎					○							
	B 287	○	◎					○					◎ ^x		
	B 285							◎					○ ^x		
	B 284						●Ce	◎							
	B 283	○	● ⁺					○*	○				○		
	B 282	○	● ⁺		○			○					○		
	B 281	○	● ⁺					○					○		
	B 280		○ ⁺					○	●				○		
	B 279	○	●			○		○*	○					●?	
武石層	B 277	◎	○			○		○	○						
	B 276	◎	●		●										
	B 275	◎	○			○	○Cm	○	○						
	B 274	◎	○			○	○Cm	○	○						
	B 267	◎	● ⁺		◎			○					○		
	B 264	○	○					○					○		
	B 263	○						○					○		
	B 273	◎	●			○		○*							
	B 272	◎	○		○	○									
	B 262		○					○Sa	○			○ ^x			
武石層	B 261		○					○	○			○ ^x			
	B 270	○	○		●	○				○					
	B 269	○	●		○	○	●Se			○					
	B 268	○	◎		○					○					
	B 267'	○	○		○	○			○	○					
	B 176	○	○		●	○	●Se								
	B 177	○	●		○	○	○Se		●						
	B 180	○	●		○	○	○Se		○						
	B 195	○			○		○Se								
	B 204	○	○		●	○	○Se		●						
武石層	B 219	◎	◎		●		●Se								
	B 228	◎	○		○	○	●Se		○						

Q. 石英 F. 斜長石(+印は曹長石化をうけていないもの, 他はうけているもの) Cb. クリソバル石 Chl. 緑泥石 K. カオリン Mi. 雲母 (Ce. セラドナイト, Cm. 緑泥石質雲母, Se. 絹雲母) Mt. モンモリロナイト(*印はI型, 他はII型, Sa. 鉄サポナイト) Ca. 方解石 Do. 苦灰石 L. 濁沸石 A. 方沸石 M. モルデン沸石 C. 斜プチロル沸石 H. 輝沸石 ×印は杏仁孔に存在するもの ◎印は多量 ○印は中量 ●印は少量

では、ほとんど曹長石化しているが、これより上部では、曹長石化はあまりすすんでいない。

3) クリソバル石

富士山層中に、しばしばみられるが、 $0.002\sim 0.005\text{mm}$ ほどの円形の微晶として、石基中に存在する。X線分析では、 $4.08\text{\AA}$ および、 $2.52\text{\AA}$ の反射がみられる。

4) 緑れん石

武石層の、安山岩質プロピライト中に、径 5 cm 内外の球かとなつて存在するが、このルートでは、他に認められない。

5) 緑泥石

武石層の緑色凝灰岩および、プロピライトの石基中に、 0.1mm ほどの大きさで、不規則な形で存在するが、これらは、さらに、 0.001mm 内外の微細な結晶の集合からなりたっている。鏡下の色は淡緑色である。

X線分析では、 $14.2\text{\AA}$ と、 $7.1\text{\AA}$ に明瞭な反射があらわれ、塩酸処理では、これらの反射が消える。また、エチレングリコール処理によつても、 $14.2\text{\AA}$ の反射は移動しない。

武石層から、虚空蔵層の下部まで存在するが、これより上部では認められない。

6) カオリン

この鉱物は、武石層および虚空蔵層の下部にあらわれる。無処理の回折により、 $14.2\text{\AA}$ と $7.1\text{\AA}$ の反射を示し、塩酸処理により、 $14.2\text{\AA}$ の反射は消えるが、 $7.1\text{\AA}$ の反射の残るものを、カオリンと同定した (第3図 15)。

鏡下では、微細な鉱物が存在するが、詳細な識別は困難である。

7) 雲 母

X線分析により、 $10\text{\AA}$ の反射を示す鉱物を、雲母とした。このなかには、絹雲母・緑泥石質雲母 (山岸いくま, 1964)・セラドナイト (須藤俊男, 1955) などが含まれる。

武石層に存在するものは、絹雲母で、 0.002mm ほどの小片となり、石基中に存在する。ときには、 $0.01\sim 0.05\text{mm}$ に達することもあり、また、斑晶中に存在することもある。

虚空蔵層の玄武岩質凝灰岩中に存在するもの (B284・B114') は、鏡下でセラドナイトの特長を示し、青緑色で複屈折が高い。しかし、X線分析では、 $10\text{\AA}$ の反射が弱く、また、 $15\text{\AA}$ の反射がつねに強いことから、モンモリロナイトと、セラドナイトの中間的な性質を示している。

虚空蔵層の凝灰岩礫岩中に、緑泥石質雲母が存在し、淡緑色で複屈折が高く、繊維状の結晶となっている。この鉱物は、比較的少ない。

富士山層中の、 $10\text{\AA}$ を示す鉱物は、セラドナイトとおもわれる。しかし、これは、緑色ないし黄緑色で、 $15\text{\AA}$ の反射が強く、モンモリロナイトの性質を示している。浮石構造に沿つて、沸石と平行に繊維状に存在している (第5図, 7)。これらの鉱物については、さらに詳細に検討したい。

8) モンモリロナイト

武石層にはみられず、虚空蔵層から上部にあらわれる。虚空蔵層の変質玄武岩中のものは、石基の有色鉱物から変つたもので、斜長石のあいだをうずめ、放射状構造を示している。また、沸石 (方沸石) とともに、杏仁孔をみだし、沸石をとりまく、フィルム状となつて存在することもある。淡緑色ないし緑色で、ときに、暗緑色を呈することもある。

富士山層のものは、浮石質の部分からわずかに結晶し、繊維状となつたり、球状となり、沸石と共生関係を示している。

X線分析では、 $15\text{\AA}$ の反射が、エチレングリコール処理により、 $17\text{\AA}$ に移動している (第2図・第3図)。

第2図 緑色火山性岩石のX線粉末回折図

測定条件 CuKα 15 mA 30 kV 16-1-2 1-1-0.4

Chl. 緑泥石 Mi. 雲母 Mt. モンモリロナイト K. カオリン Q. 石英 F. 斜長石
 Cal. 方解石 L. 濁沸石 A. 方沸石 M. モルデン沸石 C. 斜プロチロル沸石 H. 輝沸石

第3図 緑色火山性岩石のX線粉末回折図
測定条件・記号は第2図と同じ

モンモリロナイトを、塩酸処理により、2種類にわけた。この処理により、15Åのピークの残るもの(第3図の12)を、I型モンモリロナイトとし、消えるもの(第3図の9)をII型とした。これを区別して、第1表に示したが、とくに、原岩のちがいによるものでもなく、また、上下関係の規則性も認められなかった。鏡下でも、両者の区別は困難である。

9) 方解石

この鉱物は、量は少ないが、下部層から上部層まであらわれ、ときに、方解石脈となることもある。X線分析では、3.03Åの反射を示す。

10) 苦灰石

この鉱物は、虚空蔵層の変質玄武岩にだけみられ、不規則な形で石基中に存在する。X線分析では、2.90Åの反射を示す。

11) 濁沸石

虚空蔵層の変質玄武岩中にだけみられる(高梨北方の沢)。杏仁孔をみだし、大きなものは径1.5cmに達するが、2~3mmのことが多い。X線分析結果を、第3図および、第2表に示した。

12) 方沸石

この沸石は、虚空蔵層変質玄武岩(暗緑色凝灰岩の部分)にだけみられる。これも、杏仁孔をみだし、0.1mm内外の大きさで、外側をモンモリロナイトのフィルムにとりかこまれている。この回折結果を、第2図の6および、第2表に示した。

13) モルデン沸石

虚空蔵層の下部から、富士山層の上部まで存在する。虚空蔵層では、これには含まれるガラス質安山岩ないし、凝灰岩にだけ存在し、変質玄

第2表 緑色火砕岩のX線粉末回折

(1)	(2)		(3)		(4)		(5)		(6)		(7)		(8)		(9)	
	B195(無処理)	全左(塩酸)	B279(無処理)	全左(塩酸)	B288(塩酸)	全左(塩酸)	B262(無処理)	全左(無処理)	B285(無処理)	全左(無処理)	B322(塩酸)	全左(塩酸)	B297(塩酸)	全左(塩酸)	B338(無処理)	全左(加熱)
d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)	d(Å)
14.49 (4)	14.49 (5)	14.49 (5)	15.5 (7)	15.24 (64)	15.24 (40)	Mt	14.98 (5)	Mt	15.24 (5)	Mt	15.50 (36)	Mt	14.73 (8)	16.99 (66)		
10.05 (3)	10.05 (5)	10.05 (5)	7.25 (7)	7.14 (19)	7.25 (17)	Chl	9.57 (70)	L	5.67 (22)	A	10.05 (4)	Mt	9.12 (7)	10.03 (3)		
7.14 (6)	7.14 (8)	7.14 (8)				Mt	6.97 (30)	L	4.87 (10)	A	9.03 (9)	M	8.35 (10)	9.70 (12)		
5.01 (7)	5.01 (7)	5.01 (7)				Chl	5.10 (8)	L	3.44 (33)	A	7.70 (6)	M	4.53 (9)	4.70 (4)		
4.72 (7)	4.72 (7)	4.72 (7)				Chl	4.77 (15)	L	3.22 (11)	A	6.61 (8)	M	4.27 (15)	4.51 (6)		
4.53 (4)	4.48 (5)	4.48 (5)				Mt	4.53 (7)	L	2.94 (10)	A	5.91 (6)	M	4.00 (16)	4.29 (25)		
4.27 (26)	4.27 (21)	4.27 (21)				Chl	4.19 (38)	L	2.68 (16)	A	4.55 (9)	M	3.77 (6)	4.04 (20)		
3.56 (11)	3.53 (12)	3.53 (12)				Chl	3.68 (18)	L	2.61 (7)	A	4.27 (6)	Q	3.65 (5)	3.77 (7)		
3.35 (9)	3.35 (10)	3.35 (10)				Q	3.53 (26)	L	2.51 (8)	A	4.00 (17)	M	3.48 (9)	3.99 (14)		
2.57 (5)	2.57 (4)	2.57 (4)				F	3.43 (8)	L			3.79 (7)	F	3.36 (57)	3.79 (7)		
2.46 (12)	2.47 (10)	2.46 (13)				F	3.36 (9)	L			3.65 (9)	F	3.23 (18)	3.78 (7)		
2.40 (4)	2.40 (6)	2.40 (6)				Chl	3.29 (16)	L			3.48 (15)	Q	3.19 (23)	3.71 (7)		
2.28 (6)	2.28 (8)	2.28 (8)				Chl	3.21 (16)	L			3.35 (16)	Q	3.03 (9)	3.35 (30)		
						Chl	3.15 (18)	L			3.21 (15)	F	2.99 (7)	2.99 (9)		
						Chl	3.04 (20)	L			2.90 (7)	M	2.54 (8)	2.90 (4)		
						Chl	2.88 (17)	L			2.52 (5)	M	2.49 (8)	2.79 (3)		
						Chl	2.86 (6)	L			2.52 (5)	M	2.29 (6)	2.75 (3)		
						Chl	2.59 (17)	L						2.58 (6)		
						Chl	2.53 (6)	L						2.57 (6)		
						Chl	2.44 (10)	L						2.47 (9)		
						Chl	2.31 (7)	L						2.29 (8)		
						Chl	2.28 (4)	L						2.29 (7)		

測定条件 CuKα 15 mA 30 kV, 16-1-2 1-1-0.4

Chl. 緑泥石 Mi. 雲母 Mt. モンモリロナイト K. カオリン Q. 石英 F. 斜長石 Cal. 方解石
L. 濁沸石 A. 方沸石 M. モルデン沸石 C. 斜方沸石 H. 輝沸石 (1)(2) 武石層凝灰岩
(3) 虚空蔵層には含まれるガラス質安山岩 (4)(5)(6) 虚空蔵層変質玄武岩 (7)(8)(9) 富士山層ガラス質安山岩および凝灰角礫岩

武岩中にはみられない。浮石質の繊維構造に支配され、脱ガラス化によつて生じ、モンモリロナイトと共生している(第5図, 7)。回折結果を第2図および、第2表に示した。

14) 斜プチロル沸石および輝沸石

本地域では、これらの沸石の産出は、比較的少ない。虚空蔵層上部の凝灰角礫岩および、富士山層の凝灰角礫岩中に存在する。

鏡下では、これら両種の区別は困難で、加熱処理によるX線分析によつて区別した。鏡下では、モルデン沸石とにて、浮石のガラスから、脱ガラス化により生じ、モンモリロナイトと共生している。球状のモンモリロナイトのあいだを、うずめていることがおおいが、モルデン沸石のように繊維状となつていることもある。

X線分析では、 $9\text{\AA} \cdot 4\text{\AA}$ および、 $3\text{\AA}$ に特長的な反射があらわれる。

450°C で3時間加熱後の回折において、これらの反射のほとんどなくなるもの(B290・B338)を輝沸石とし、これらの反射の弱まったもの(B336・B297・B291)を、輝沸石と斜プチロル沸石の両者の含まれているものとした(第2図および第2表)。現在までのところ、当地域では、斜プチロル沸石だけのもの、すなわち、加熱処理によつて変化しないものは、まだ認められない。

また、これらの反射の弱まったものについては、両種の沸石が、どのような関係で生じているのかも、まだ明らかでない。

第4図 変質鉱物の存在範囲

*印は、変質をまぬがれたもの。

IV. 緑色火山性岩石の変質

当地域の変質鉱物の検討結果を、第4図に示した。当地域だけのものでは、まだ、確定的なことはいえないが、あるていどの傾向がうかがわれるので、いちおう、下部帯・漸移帯・上部帯に区分した。

下部帯と上部帯は、鉱物種に明瞭なちがいが認められる。下部帯は、いわゆる、緑色片岩相の特長を有し、上部帯は、沸石相、とくに、COOMBS(1960)の輝沸石(斜プチロル沸石)帯の特長を示している。

漸移帯は、下部帯の鉱物と、上部帯の鉱物の両者が存在し、また、とくに問題となる帯とおもわれるが、くわしい検討は今後にゆずりたい。

当地域においては、武石層が下部帯に、虚空蔵層が漸移帯に、富士山層が

上部帯に、だいたい相当している。下部帯の変質鉱物は、石英・曹長石・カオリン・緑泥石・絹雲母で、緑れん石・方解石をとまう。

曹長石化・絹雲母化は、斑晶・石基の区別なくおこなわれているが、緑泥石化は、石基にいちじるしい。石英は、石基中に微細に結晶しており、石英脈となつているものは少ない。カオリン化は、あるいは、鹿教湯付近の温泉による影響も考えられるが、温泉からはなれたところにもみられるので、

緑色化に関係して生じたものとおもわれる。

上部帯の変質鉱物は、石英・セラドナイト・モンモリロナイト・モルデン沸石・斜プチロル沸石・輝沸石で、クリストバル石・方解石・オパールを伴っている。斑晶斜長石は、ほとんど曹長石化をうけていない。また、石基や基質部は、かなりガラス質で、再結晶化は弱い。

漸移帯の変質鉱物は、石英・曹長石・カオリン・緑泥石・緑泥石質雲母・モンモリロナイト・濁沸石・方沸石・セラドナイトで、これらに、鉄サポナイト・方解石・苦灰石を伴う。稲葉明(1959)によれば、パーミキュライトおよび、ぶどう石も伴っている。これらの鉱物のうち、下部帯にでるものは、曹長石・緑泥石・カオリンであり、上部帯にでるものは、セラドナイト・モンモリロナイトである。

この漸移帯に特有なものとしては、緑泥石質雲母・鉄サポナイト・濁沸石・方沸石および稲葉(1959)による、ぶどう石・パーミキュライトである。しかし、これら特有の鉱物は、現在のところ産出量が少なく、また、濁沸石・方沸石などは、ともに変質玄武岩の杏仁孔にだけ存在していることなど、いろいろの問題がある。

以上総合して、下部帯は、緑色片岩相として問題はないようにおもわれる。漸移帯は、COOMBS(1960)の濁沸石帯、Коржинский(1960)*の第2帯に、ほぼ近い性質を示すが、氷長石が認められないこと、ぶどう石が少ないことなどの問題があるが、今後検討を加えたい。上部帯は、COOMBS(1960)の輝沸石帯とよく一致しているようである。本邦の、すでに検討された第三紀緑色凝灰岩類、すなわち、北海道のもの(吉村尚久, 1961)、脊梁地域のもの(中島和一・小泉光恵, 1962)、仙台市北西部のもの(T. Sudo et al., 1963)、群馬県南部のもの(木崎喜雄, 1963)などに比べて、当地域のものは、斜プチロル沸石が少なく、また、輝沸石が存在するなど、多少異なる傾向を示している。

V. 要 約

1) 当地域は、北部フオツサ・マグナにおける、緑色凝灰岩類の模式的分布地域である。この地域の代表的ルートである、鹿教湯一大明神岳ルートに沿って、下部層から上部層にいたる変質鉱物について、X線分析および鏡下の観察により検討した。

2) 変質鉱物からは、下部帯・漸移帯・上部帯に区分される。武石層は下部帯に、虚空蔵層は漸移帯に、富士山層は上部帯にだいたい相当する。

3) 下部帯から上部帯に共通的なものは、石英および少量の方解石である。下部帯の変質鉱物は、曹長石・カオリン・緑泥石・絹雲母で、緑れん石を伴う。上部帯の変質鉱物は、セラドナイト・モンモリロナイト・モルデン沸石・斜プチロル沸石・輝沸石で、クリストバル石・オパールを伴っている。

漸移帯では、下部帯にでる曹長石・緑泥石・カオリンを含み、上部帯にでるセラドナイト・モンモリロナイトを含むが、漸移帯に特有なものとして、緑泥石質雲母・鉄サポナイト・濁沸石・方沸石・ぶどう石・パーミキュライトを含む。ただし、濁沸石・方沸石は、ともに変質玄武岩中にだけ、杏仁孔を満たして存在する。

4) 下部帯は緑色片岩相の性質を示し、上部帯は沸石相、とくに、COOMBS(1960)の輝沸石(斜プチロル沸石)帯に相当するようにおもわれる。漸移帯は、COOMBS(1960)の濁沸石帯、あるいは、Коржинский(1960)の第2帯ににているようであるが、とくに問題となる帯である。

VI. 謝 辞

この研究をすすめるにあたり、東京教育大学の牛来正夫助教授、ならびに、新潟大学理学部の吉村

* 黒田吉益(1961)の邦訳による。

尚久博士に終始御指導いただいた。また、この論文を完成するにあたり、東京教育大学の柴田秀賢教授・須藤俊男教授・大森昌衛助教授に、御懇篤な御指導をいただいた。これらの先生方に心から御礼申上げる。X線分析にあたって、新潟大学理学部の西田彰一教授ならびに理学部の諸先生、信州大学繊維学部の小泉清明教授・呉祐吉教授・天白一馬教授・横井政時助教授・一之瀬匡興氏・内藤勝之氏に、多大の御便宜と御援助をいただいた。これらの先生方に深甚な謝意を表したい。

1964年夏、現地で有益な御討論と御教示いただいた、藤田至則・吉村尚久・吉谷昭彦氏等変質グループの諸学兄に心から御礼申上げる。上田高校の清水次郎校長・神田令二教頭ならびに同校の諸先生、とくに理科室の諸先生から多大の御支援とはげましをいただいた。これらの諸先生に深甚な謝意を表したい。また、この研究をすすめるにあたって、1964年度文部省科学研究費ならびに、1964年度長野県科学振興会の助成金を使用したことを記して、謝意を表するしだいである。

引 用 文 献

- COOMBS, D. S. (1960) : Lower grade mineral facies in New Zealand, *Int. Geol. Cong.*, XXI, Pt XIII, 339~351.
- 稲葉 明 (1959) : 長野県内村地域の火山岩類の変質について, 地球科学, 43, 11-22.
- 木崎喜雄 (1963) : 群馬県南部第三紀層中の沸石の産状, 粘土科学, 3, 1.2., 228-238.
- 小林和夫・生沼 郁 (1960) : 北海道石狩炭田上砂川地方に分布する白亜紀の堆積岩の粘土鉱物学的研究 (1), 地質雑, 66, 779, 506-516.
- Коржинский Д. С. (1960) : Особенности послемагматических явлений в вулканических формациях в зависимости от глубинности. Доклады Академии Наук СССР. Том 135, 5, с. 1194~1197.
- MUMPTON, F. A. (1961) : Clinoptilolite redefined. *Amer. Mine.*, 45, 351~369.
- 中島和一・小泉光恵 (1962) : 横黒線に沿う地帯の第三紀層中の沸石, 地球科学, 58, 26-31.
- 須藤俊男 (1955) : 玻璃質凝灰岩中に見られる緑泥石類似の緑色乃至褐色鉱物について, 地質雑, 61, 722, 556-557.
- SUDO, T., NISHIYAMA, T., CHIN, K. and HAYASHI, H., (1963) : Mordenite and clinoptilolite in glassy tuffs of Japan, *Jour. Geol. Soc. Jap.* 69, 808, 1~14.
- 内村団体研究グループ (1953) : 内村地域の団体研究, 地球科学, 14, 3-8.
- 歌代 勤・稲葉 明・林 等・山岸いくま (1958) : フォッサ・マグナ帯における内村地域の堆積作用と構造運動, 新生代研究, 26, 579-586.
- 山岸いくま (1958) : 長野県上田市北方の緑色凝灰岩類について, 藤本治義還暦記念論文集, 245-250.
- (1963) : 上田小県誌 4, 自然編地質の部, 67-130.
- (1964) : 長野県上田市北方の地質—とくに緑色凝灰岩類について—, 地質雑, 70, 825, 315-338.
- 吉村尚久 (1960) : 第三紀火山岩変質の一形式, 地球科学, 52, 19-29.
- (1961) : 北海道渡島福島地域の中新世火山碎屑岩の沸石, 地質雑, 67, 793, 578-582.

第5図(次頁) 緑色火山性岩石の顕微鏡写真

1. 武石層変質火山岩 (B195. 平行ニコル) c. 緑泥石 p. 斜長石
2. 同 上 (B195. 十字ニコル) s. 絹雲母 (白色小片)
3. 虚空蔵層変質玄武岩 (B261. 平行ニコル) l. 濁沸石 mt. モンモリロナイト
4. 虚空蔵層玄武岩質凝灰岩中の方沸石(a) とモンモリロナイト(mt) (B291. 平行ニコル)
5. 富士山層石英安山岩質凝灰岩 (B299. 平行ニコル) m. モルデン沸石 mt. モンモリロナイト
6. 虚空蔵層中の石英安山岩質凝灰岩 (B291. 平行ニコル) cp. 斜ブテロール沸石 mt. モンモリロナイト
7. 富士山層石英安山岩質凝灰岩 (B312. 平行ニコル) m. モルデン沸石 mt. モンモリロナイト
8. 同 上 (B312. 十字ニコル)

倍率は、8に示したものに全部同じ。